



В. А. Азаренок
А. Ф. Уразова

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Екатеринбург
2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

В. А. Азаренок
А. Ф. Уразова

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Методические указания к практическим занятиям
для обучающихся.

Направление 35.03.01 «Лесное дело»

Все формы обучения

Екатеринбург
2021

Печатается по рекомендации методической комиссии института леса
и природопользования

Протокол № 1 от 1 октября 2020 года

Рецензент – д-р с.-х. наук, профессор кафедры ЛТ и ЛУ З. Я. Нагимов

Редактор Л. Д. Черных
Оператор компьютерной верстки Т. В. Упова

Подписано в печать 17.05.2021		Поз. 6
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,63	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Практическая работа № 1. Тема: «Выбор способа рубок и размеров лесосеки. Определение необходимого числа лесосек»	6
Практическая работа № 2. Тема: «Режим работы лесозаготовительного предприятия и объемы производства по операциям»	7
Практическая работа № 3. Тема: «Подготовительные работы. Определение трудозатрат на проведение подготовительных работ»	8
Практическая работа № 4. Тема: «Форма организации труда. Определение численного состава бригады и числа бригад на предприятии»	9
Практическая работа № 5. Тема: «Валка дерева: цепные бензомоторные пилы, валочно-пакетирующая машина, харвестер»	10
Практическая работа № 6. Тема: «Обрезка сучьев: сучкорезные машины, бензомоторные пилы»	13
Практическая работа № 7. Тема: «Трелевка древесины тракторами. Трактора с чокерной оснасткой, с манипулятором. Форвардеры»	14
Практическая работа № 8. Тема: «Погрузка древесины: челюстные погрузчики, самопогружающиеся автопоезда»	16
Практическая работа № 9. Тема: «Сортиментная технология лесозаготовок многооперационными машинами»	17
Практическая работа № 10. Тема: «Расчет площади деланки с поврежденным напочвенным покровом при проведении сплошных и выборочных рубок системой машин харвестер + форвардер»	18
Практическая работа № 11. Тема: «Типы и назначения лесопромышленных складов. Технологический процесс нижнего лесного склада. Основные характеристики нижнего склада и выполняемые операции»	20

Практическая работа № 12.	
Тема: «Раскряжевка хлыстов: механизированная и машинная.	
Цепные бензиномоторные пилы, сучкорезно-раскряжевочные	
машины	21
Практическая работа № 13.	
Тема: «Баланс раскряжевки хлыстов, выход сортиментов,	
распределение круглых лесоматериалов по назначению»	22
Практическая работа № 14.	
Тема: «Сортировка лесоматериалов: продольно-сортировочные	
транспортеры, манипуляторные установки»	24
Практическая работа № 15.	
Тема: «Штабелевка и погрузка круглых лесоматериалов:	
консольно-козловые и башенные краны, автопогрузчики»	25
Практическая работа № 16.	
Тема: «Выбор и обоснование технологии и системы машин на НЛС.	
Технологический процесс работы нижнего склада»	26
Практическая работа № 17.	
Тема: «Выбор и обоснование типа лесоперерабатывающих цехов.	
Основные структурные схемы. Баланс переработки древесины	
и отходов»	27
Приложение. Исходные данные для выполнения практических	
работ	28
Рекомендуемый список литературы и перечень	
нормативно-технических документов	29

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с программой курса «Лесозэксплуатация» направления 35.03.01 «Лесное дело» предусматривается изучение на практических занятиях основных эколого-технологических показателей лесозаготовительных машин и механизмов, схем и технологий их применения для выполнения лесосечных и лесоскладских работ, включая первичную переработку древесины в различных цехах. Обучающиеся во время выполнения практических работ должны:

- изучить различные технологии лесосечных и нижнескладских работ;
- изучить назначение и устройство применяемых машин и механизмов;
- научиться составлять технологические схемы выполнения операций;
- научиться рассчитать технологические параметры работы лесозаготовительных машин и оборудования.

При выполнении практических работ обучающиеся составляют индивидуальный отчет.

Основные задачи методических указаний:

- подготовить обучающихся по изучаемому курсу и выработать навыки в практическом применении полученных теоретических знаний;
- выработать у обучающихся навыки проектирования технологии лесосечных и нижнескладских работ, первичной переработки круглых лесоматериалов и закрепить полученные теоретические знания.

Общие указания по выполнению практических работ

После изучения выполняемых операций, машин или механизмов, необходимо самостоятельно составить техническую характеристику, рисунок или технологическую схему работы и получить у преподавателя задание с исходными данными для расчета сменной производительности оборудования. Исходные данные представлены в приложении.

Отчет о проделанной работе сдается преподавателю перед выполнением следующей практической работы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Выбор способа рубок и размеров лесосеки. Определение необходимого числа лесосек»

Вопросы для изучения

1. Краткое описание рубок спелых и перестойных насаждений.
2. Элементы лесосеки и способы их разработки (рис. 1). Подобрать схему расположения (размещения) волоков на лесосеке (делянке). Разработать и выполнить эскизный чертеж схемы разработки лесосеки (делянки).

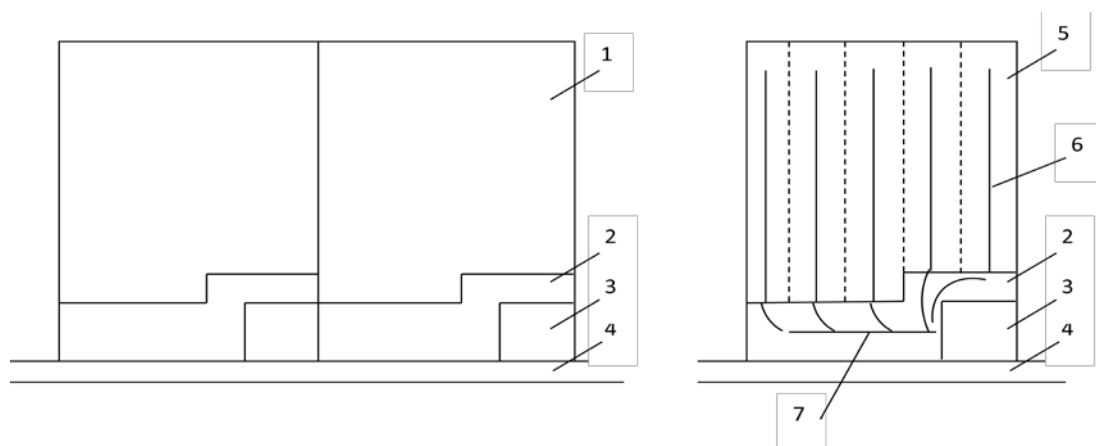


Рис. 1. Лесосека и ее основные элементы:

- 1 – лесосека; 2 – зона безопасности; 3 – погрузочный пункт; 4 – лесовозная дорога;
5 – пасека; 6 – пасечный волок; 7 – магистральный волок

3. Выбор системы рубок в зависимости от категории лесов, состояния набранного лесосечного фонда. Определение интенсивности выборки ликвидного запаса древесины для выбранной системы рубок.
4. Сроки примыкания лесосек. Привести схему примыкания лесосек.
5. Определение общей площади лесосек и число лесосек:

Площадь годичной лесосеки S (га), определяется по формуле

$$S = \frac{Q}{q},$$

где Q – годовой объем производства, м^3 ;
 q – запас леса на гектар, м^3 .

Число лесосек $n_{л/с}$, необходимых для выполнения годового плана предприятием, рассчитывается по формуле

$$n_{л/с} = \frac{10000S}{BL},$$

где B – ширина лесосеки, м;
 L – длина лесосеки, м.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Режим работы лесозаготовительного предприятия и объемы производства по операциям»

Вопросы для изучения

1. Режим работы лесозаготовительного предприятия.
2. Определение числа рабочих дней в году:

$$N_{эф} = N_{год} - N_{вых} - N_{празд} - N_{перебаз},$$

где $N_{год}$ – число календарных дней;
 $N_{вых}$ – число выходных дней;
 $N_{празд}$ – число праздничных дней;
 $N_{перебаз}$ – число перебазировок

$$N_{перебаз} = n_{л/с} - 1,$$

где $n_{л/с}$ – число лесосек, шт.

При расчете учитывается число дней работы в неделю (пяти- или шестидневная рабочая неделя), время на осенне-весеннюю распутицу и на перебазировки лесозаготовительных бригад, тип лесовозной дороги, число предназначенных дней в этом году. Время на осенне-весеннюю распутицу составляет 10...30 дней, число праздничных и выходных дней определяется по календарю текущего года.

3. Определение суточного и сменного объемов работ по каждой операции лесосечных работ.

Суточная производительность $Q_{сут}$ заготовки леса определяется по формуле

$$Q_{сут} = \frac{Q}{N_{эф1}}.$$

Сменная производительность $Q_{см}$ по операциям определяется по формуле

$$Q_{см} = \frac{Q_{сут}}{n},$$

где n – число смен работы на данной операции.

Число смен работы устанавливается в зависимости от времени года, применяемого оборудования, состава бригады и т. д. Так, для валки деревьев бензопилами назначается в основном односменная работа. Для трелевочных тракторов, валочных, бесчokerных и сучкорезных машин, погрузчиков может устанавливаться число смен работы в сутки от 1 до 3.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: «Подготовительные работы. Определение трудозатрат на проведение подготовительных работ»

Вопросы для изучения

1. Описание состава подготовительных работ (лесосырьевая подготовка лесосек, технологическая подготовка лесосек, транспортная подготовка, подготовка погрузочных площадок).

2. Расчет трудозатрат на проведение подготовительных работ:

$$T = \frac{Q}{q} \left(A + \frac{B}{S} + \frac{KC}{100v} \right),$$

где T – трудозатраты на проведение подготовительных работ, чел.дней;

Q – годовая программа, м³;

q – запас леса на 1 га, м³;

A – трудозатраты на подготовку 1 га лесосеки одним рабочим;
 $A = 0,5 \dots 1,5$ дня;

B – трудозатраты на подготовку одного погрузочного пункта рабочим;
 $B = 0,1 \dots 2,0$ дня;

S – площадь, тяготеющая к одному погрузочному пункту; $S = 5 \dots 8$ га;

K – коэффициент, учитывающий вырубку, гари и т. д.; $K = 1,0 \dots 1,2$;

C – трудозатраты на строительство 1 км уса одним рабочим;
 $C = 200 \dots 250$ дней для лежневого покрытия; 10...15 дней для снежных усов и грунтовых усов на плотном основании;

v – ширина полосы леса, осваиваемой с одного уса, км.

С учетом выбранного числа дней работы в году $N_{эф}$ и трудозатрат определяется потребное число рабочих для выполнения подготовительных работ:

$$n = \frac{T}{N_{эф}},$$

На основании расчетов подбирается состав подготовительных бригад или звено и их количество. В состав подготовительного звена могут входить вальщик, помощник вальщика, тракторист, бульдозерист и сучкоруб. Подготовительное звено или бригада оснащается необходимыми механизмами и оборудованием.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Форма организации труда. Определение численного состава бригады и числа бригад на предприятии»

Вопросы для изучения

1. Организация труда на лесосечных работах. Малые и укрупненные комплексные бригады. Мастерский участок.
2. Понятие «норма выработки».
3. Определить суточное задание бригаде $Q_{бр}$ (м³), сформированной на базе системы машин по формуле

$$Q_{бр}^{сут} = n_m \cdot H_v \cdot K_c \cdot K_y,$$

- где n_m – число ведущих механизмов в бригаде, шт;
 H_v – норма выработки на машино-смену, м³/см;
 K_c – коэффициент сменности;
 K_y – коэффициент перевыполнения норм выработки, $K_y = 1,10 \dots 1,15$.

За ведущую машину принимают наиболее производительную и дорогостоящую машину: трелевочный трактор, валочно-трелевочную или валочно-пакетирующую машину.

Бригады могут составлять из отдельных звеньев. Можно назначить отдельные бригады по каждой операции лесосечных работ или отделить одну операцию, или может быть бригада, выполняющая весь комплекс лесосечных работ от валки деревьев до погрузки леса. Наиболее рекомендуемая бригада, которая выполняет валку деревьев, трелевку леса и обрезку сучьев.

4. Определить число бригад на базе принятой системы машин по формуле

$$n_{бр} = \frac{Q}{N \cdot Q_{бр}} = \frac{Q_{сут}}{Q_{бр}},$$

- где $Q_{сут}$ – суточный объем работ для каждой системы машин;
 $Q_{бр}$ – суточное задание бригаде.

Расчетное количество бригад округляется до целого в большую сторону. Результаты расчетов оформить в виде нижеприведенных таблиц.

Расчет числа рабочих в лесосечной бригаде

Наименование операции	Задание бригаде, м ³	Марка машины	Норма выработки, м ³	Число рабочих по норме	Принятое число рабочих
Валка					
Обрезка сучьев					
Трелевка					
Погрузка					
<i>Всего в бригаде</i>					

Потребное число рабочих на предприятии

Профессия рабочих	Число рабочих в бригаде, чел.	Число бригад по расчету	Всего на предприятии

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Валка дерева: цепные бензомоторные пилы, валочно-пакетирующая машина, харвестер»

Вопросы для изучения

1. Понятие операции «валка деревьев».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования.
3. Схемы разработки пасеки:
 - с применением бензомоторной пилы (узкопасечная, среднепасечная, широкопасечная технологии);
 - с применением валочно-пакетирующей машины (одноленточный, двухленточный, трехленточный способы, схемы работы ВПМ);
 - с применением харвестера (при размещении волока на границе и посередине пасеки, с заездами на полупасеки, со вспомогательным коридором).
4. Определить сменную производительность бензопилы и валочно-пакетирующей машины на валке леса и сравнить их с соответствующими нормами выработки $H_{выр}$ (ЕНиР).

Сменная производительность бензомоторной пилы рассчитывается по формуле:

$$П = \frac{TQ_{xl}}{t_n} C_0 C_2,$$

где T – время смены, с;

$Q_{хл}$ – объем хлыста, м³;

C_0 – коэффициент, учитывающий затраты на подготовку рабочего места и переходы от дерева к дереву, $C_0 = 0,15 \dots 0,40$ с одним рабочим, $C_0 = 0,3 \dots 0,8$ с двумя рабочими;

C_2 – коэффициент использования рабочего времени ($C_2 = 0,8 \dots 0,9$);

t_n – время спиливания одного дерева:

$$t_n = \frac{d_k}{v_n},$$

где d_k – диаметр дерева в плоскости спиливания, м;

v_n – скорость пильной цепи (м/с), (в зависимости от конкретной модели).

Сменная производительность валочно-пакетирующей машины рассчитывается по формуле

$$П_{см} = \frac{T}{t_y} Q_0 C_2,$$

где T – время смены, с;

Q_0 – объем пакета, формируемого машиной с одной стоянки, м³;

C_2 – коэффициент использования рабочего времени; $C_2 = 0,6 \dots 0,9$;

t_y – время формирования пакета, с;

$$Q_0 = 10^{-4} \cdot a \cdot (l_{\max} \cdot (l_{\max} - l_{\min})) \cdot M,$$

где Q_0 – объем пакета, формируемого машиной с одной стоянки, м³;

a – коэффициент, учитывающий условия работы машины (при освоении полосы по одну сторону от машины $a = 1$, по обе $a = 2$);

M – запас леса на 1 га, м³;

l_{\max}, l_{\min} – наибольший и наименьший вылет стрелы манипулятора машины, м, соответственно.

$$t_y = t_n + t_0 \frac{Q_0}{Q_x},$$

где Q_0 – объем пакета, формируемого машиной с одной стоянки, м³;

t_n – время перехода машины с одной стоянки на другую, с;

t_0 – время на захват, спиливание и укладку дерева, с; $t_0 = 25 \dots 50$ с;

Q_x – объем хлыста, м³;

$$t_n = \alpha \frac{(l_{\max} - l_{\min})}{v_m},$$

где t_n – время перехода машины с одной стоянки на другую, с;

α – коэффициент, учитывающий возможность увеличения пути перехода и затраты;

v_m – скорость перемещения машины по лесосеке, м/с.

Сменная производительность харвестера определяется по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{T_{см} - t_p}{t_{ц}} V_x,$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, с;

t_p – регламентированные простои, с;

$t_{ц}$ – время цикла, с;

V_x – средний объем хлыста, м³;

$$t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6,$$

где $t_{ц}$ – время цикла, с;

t_1 – наведение и доставка харвестерного агрегата к дереву, с;

t_2 – зажим рычагов харвестерного агрегата, с;

t_3 – валка дерева, с;

t_4 – обрезка сучьев, с;

t_5 – раскряжевка хлыстов;

t_6 – переезд от одной технологической стоянки к другой в расчете на одно дерево, с.

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ определить путём замеров их продолжительности с помощью секундомера.

5. Основные положения по технике безопасности на валке для каждого вида оборудования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: «Обрезка сучьев: сучкорезные машины, бензомоторные пилы»

Вопросы для изучения

1. Понятие операции «обрезка сучьев».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования.
3. Схемы очистки сучьев на верхнем складе, на пасеке.
4. Определить сменную производительность машин и механизмов при выполнении операции и сравнить с нормой выработки $H_{выр}$ (ЕНиР).

Сменная производительность Π сучкорезных машин ЛП-30Б, ЛП-33 определяется по формуле

$$\Pi = \frac{(T - T_{нз}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot q}{t_{обр}},$$

где T – продолжительность смены, с;
 $T_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, с; $T_{нз} = 20 \dots 30$ мин;
 q – средний объем хлыста, м³;
 f_1 – коэффициент использования рабочего времени; $f_1 = 0,8 \dots 0,85$;
 f_2 – коэффициент загрузки машины; $f_2 = 0,5 \dots 0,6$;
 $t_{обр}$ – время на обработку одного дерева, с;

$$t_{обр} = t_1 - \frac{L}{V_{пр}},$$

где t_1 – время на захват дерева, с; $t_1 = 15 \dots 30$ с;
 $V_{пр}$ – скорость протаскивания, м/с;
 L – средняя длина дерева, м.

Сменная производительность бензомоторной пилы на обрезке сучьев определяется по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{T \cdot \mathcal{U} \cdot V_x^{cp}}{t},$$

где T – продолжительность смены, с;
 \mathcal{U} – коэффициент использования пилы на пиление;
 V_x^{cp} – средний объем хлыста, м³;
 t – средняя продолжительность спиливания сучьев у одного дерева, с;

$$t = \frac{F \cdot 10^4}{S},$$

где F – суммарная площадь среза сучьев на одном дереве, м²;
 S – производительность пиления, см²/с;

$$S = \frac{75N}{K\varphi},$$

где K – удельная работа резания, кг/см;
 φ – ширина пропила, см;
 N – средняя мощность, потребляемая на пиление, кВт;

$$N = (0,6-0,7) N_n,$$

где N_n – номинальная мощность, кВт.

5. Основные способы утилизации порубочных остатков.
6. Основные положения техники безопасности при обрезке сучьев для каждого вида оборудования.

Исходные данные для расчета производительности

Наименование параметра	Вариант				
	1	2	3	4	5
Время на захват дерева, с	15	20	25	30	27
Скорость протаскивания дерева, м/с	1,5	1,6	1,7	1,8	2
Коэффициент использования пилы (Ч)	0,25	0,36	0,5	0,28	0,45
Количество сучьев на одном дереве	45	48	36	54	61
Средний диаметр сучьев на 1 дереве, см	4,5	4,8	3,5	5,1	3,6
Номинальная мощность бензопилы, кВт	2,6	1,8	2,1	3,2	2,4
Удельная работа резания, кг/см	9	8	7	10	6
Ширина пропила, см	0,82	0,88	0,85	0,76	0,84

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

**Тема: «Трелевка древесины тракторами.
Трактора с чокерной оснасткой, с манипулятором.
Форвардеры»**

Вопросы для изучения

1. Краткое описание операции.
2. Краткое описание назначения применяемого оборудования.
3. Схемы работы тракторов, условия трелевки.
4. Определить сменную производительность тракторов и сравнить ее с нормой выработки $H_{выр}$ (ЕНиР).

Расчет сменной производительности трактора ЛП-18А определяется по формуле

$$P_{cm} = \frac{T}{t_p + t_x + t_1 + t_2} Q_0 C_2,$$

где T – продолжительность смены, с;

t_p и t_x – время на трелевку в рабочем и холостом направлениях, с, соответственно

t – время формирования прицепки и отцепки груза, с; $t = t_1 + t_2$;

$$t = 72 + t_0 \frac{Q_0}{Q_x} C_0,$$

где t_0 – время захвата одного дерева, с; $t_0 = 35...50$;

C_0 – коэффициент, учитывающий переходы трактора при наборе и формировании пачки; $C_0 = 1,2...1,5$;

Q_0 – средний объем пачки, м³;

Q_x – средний объем хлыста, м³;

C_2 – коэффициент использования рабочего времени.

Рассчитать производительность форвардера:

$$P_{cm} = \frac{T_{cm} - t_p}{t_u} V_{нач},$$

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8,$$

где t_1 и t_2 – время погрузки и разгрузки грузовой платформы форвардера, с;

t_3 и t_4 – время движения форвардера по пасечному волоку в грузовом и порожнем направлениях, с;

t_5 и t_6 – время движения форвардера по магистральному волоку в грузовом и порожнем направлениях, с;

t_7 и t_8 – время переездов в процессе погрузки и разгрузки платформы форвардера, с.

5. Основные положения по технике безопасности на трелевке древесины.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема: «Погрузка древесины: челюстные погрузчики, самопогружающиеся автопоезда»

Вопросы для изучения

1. Понятие операции «погрузка леса».
2. Краткое описание назначения применяемого оборудования.
3. Схемы погрузки.
4. Определить сменную производительность машин при выполнении операции и сравнить с нормой выработки $H_{выр}$ (ЕНиР).

Сменная производительность погрузчиков рассчитывается по формуле

$$\Pi = \frac{(T - T_{нз}) \cdot Q \cdot f_1}{t_1 n + t_2 + t_3},$$

где T – продолжительность смены, мин;

$T_{нз}$ – время на подготовительно-заключительные работы;

$T_{нз} = 20 \dots 40$ мин;

Q – рейсовая нагрузка на автомобиль или узкоколейный сцеп, м³;

для автомашин: МАЗ – 20 м³,

КрАЗ – 26 м³,

ЗИЛ – 15 м³,

сцепов – 22 м³.

f_1 – коэффициент использования времени работы погрузчика в течение смены; $f_1 = 0,45 \dots 0,5$;

t_1 – время погрузки одной пачки; $t_1 = 1,5 \dots 3$ мин;

t_2 – время подготовки автомобиля или сцепа к погрузке; $t_2 = 2 \dots 4$ мин;

t_3 – время отправки и крепления пачки после погрузки; $t_3 = 3 \dots 5$ мин;

n – количество циклов, необходимых для погрузки одного автомобиля или сцепа:

$$n = \frac{Q_1}{Q_2} \gamma \rho,$$

где Q_1 – грузоподъемность автомобиля, т;

Q_2 – грузоподъемность погрузчика, т;

ПЛ-1А – 2,5 т, ПЛ-2 – 3,5 т, ПЛ-3 – 3,5 т,

ЛТ-73 – 6,3 т, ЛТ-65 – 3,5 т;

γ – объемный вес древесины 10^{-4} Н/м³;

ρ – коэффициент использования грузоподъемности погрузчика;

$\rho = 0,8 \dots 0,95$.

5. Основные положения техники безопасности при погрузке древесины.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: «Сортиментная технология лесозаготовок многооперационными машинами»

Вопросы для изучения

1. Классификация применяемых систем машин:

- харвестер+форвардер;
- форвестер.

2. Способы разработки пасек.

3. Провести расчеты:

Рассчитать производительность харвестера:

$$P_{cm} = \frac{T_{cm} - t_p}{t_{ц}} V_{хл},$$

где T_{cm} – время рабочей смены, мин;

t_p – регламентированные простои, мин (15...30 мин);

$V_{хл}$ – средний объем хлыста, м³;

$t_{ц}$ – время цикла, мин.

Время цикла складывается из времени наведения и доставки харвестерной головки к дереву, зажима рычагов харвестерной головки, спиливания и валки дерева, обрезки сучьев, раскряжевки хлыстов, переезда с одной технологической стоянки на другую из расчета на одно дерево.

Рассчитать максимально возможный объем сортимента, перемещаемого форвардером, в зависимости от грузоподъемности и вылета манипулятора:

$$V_x = \frac{T_m}{b \gamma g},$$

где T_m – подъемный момент; $T_m = 145$ кНм;

b – коэффициент, выражающий зависимость между грузоподъемностью и вылетом манипулятора;

γ – плотность древесины; $\gamma = 800$ кг/м³;

g – ускорение свободного падения; $g = 9,81$ м/с².

Исходные данные для расчета

№ бригады	1	2	3	4
Вылет манипулятора, м	1,5	3,5	5,5	9,5
b	0,025	0,040	0,055	0,07

Рассчитать производительность форвардера:

$$П_{см} = \frac{T_{см} - t_p}{t_{ц}} V_{пач},$$

где $T_{см}$ – время рабочей смены, мин;

t_p – регламентированные простои, мин (15...30 мин);

$V_{пач}$ – средний объем пачки перевозимых сортиментов, м³;

$t_{ц}$ – время цикла, мин.

Исходные данные для расчета производительности

Наименование параметра	Вариант			
	1	2	3	4
$V_{пач}$	6	5,5	5	4,5
$T_{см}$	8	7	7,5	6,5

4. Техника безопасности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: «Расчет площади делянки с поврежденным напочвенным покровом при проведении сплошных и выборочных рубок системой машин харвестер + форвардер»

Вопросы для изучения

1. Рассчитать площадь делянки с поврежденным напочвенным покровом.

Исходные данные для расчета

Наименование параметра	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина пасаеки, м	50	45	40	30	20	45	35	17	45	50
Процент вырубки, %	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40
Размер погрузочного пункта, м	100·10	30·40	33·45	50·10	200·10	65·30	60·35	150·10	35·45	45·45

Определить общую площадь лесосек:

$$\sum S_{лес} = \frac{Q}{\% \cdot M},$$

где Q – объем заготовки древесины, м³;
 $S_{лес}$ – площадь лесосеки, га;
 $\%$ – процент выборки запаса;
 M – ликвидный запас на лесосеке, м³/га.

Определить количество осваиваемых лесосек:

$$n_{лес} = \frac{10000 S_{лес}}{ab},$$

где $n_{лес}$ – количество осваиваемых лесосек, шт.;
 a – длина лесосеки, м;
 b – ширина лесосеки, м.

Полученное количество лесосек округляется до целого числа в сторону увеличения.

Определить площадь одной лесосеки:

$$S_{лес} = \frac{ab}{10000}.$$

Определить запас древесины на одной лесосеке:

$$M_{лес} = \frac{abM}{10000},$$

где M – запас древесины на одной лесосеке, м³.

Рассчитать число погрузочных площадок, необходимых для складирования заготовленной древесины:

$$N_{nn} = \frac{Q}{E},$$

где N_{nn} – количество погрузочных площадок, шт.;
 E – объем штабеля на одном погрузочном пункте, м³.

$$E = lbhK_n,$$

где l, b, h – длина, ширина и высота штабеля, соответственно, м;
 K_n – коэффициент полнодревесности.
 для хлыстов: $h = 1 \dots 1,5$ м; $l = 22 \dots 25$ м; $b = 14 \dots 18$ м; $K_n = 0,3 \dots 0,35$;
 для сортиментов: $h = 2 \dots 2,5$ м; $l = 6 \dots 6,5$ м; b – длина погрузочного пункта, м; $K_n = 0,6 \dots 0,65$.

Рассчитать площадь деланки с поврежденным напочвенным покровом:

$$S_{повр} = S_{nv} + S_{mv} + S_{nn},$$

где $S_{нв}$ – суммарная площадь пасечных волоков;
 $S_{мв}$ – суммарная площадь магистральных волоков;
 $S_{пт}$ – суммарная площадь погрузочных площадок;

$$S_{нв} = l_{нв} \cdot b_{нв} \cdot n \cdot n_{лес},$$

где $l_{нв}$ – длина пасечного волока, м;
 $b_{нв}$ – ширина пасечного волока, м;
 n – число пасечных волоков, шт.;
 $n_{лес}$ – количество осваиваемых лесосек, шт.;

$$S_{мв} = l_{мв} \cdot b_{мв} \cdot n_{лес},$$

где $l_{мв}$ – длина магистрального волока, м;
 $b_{мв}$ – ширина магистрального волока, м;

$$S_{пт} = a b n_{лес},$$

где a – длина погрузочного пункта, м;
 b – ширина погрузочного пункта, м.

Определение площади с сохраненным подростом (занятой под пасеками):

$$S_{сохр} = S_{лес} n_{лес} - S_{мв} - S_{нв} - S_{пт},$$

где $S_{сохр}$ – площадь пасек, на которых сохранен подрост, га;
 $n_{лес}$ – количество осваиваемых лесосек, шт.;
 $S_{нв}$ – суммарная площадь пасечных волоков;
 $S_{мв}$ – суммарная площадь магистральных волоков;
 $S_{пт}$ – суммарная площадь погрузочных площадок.

2. Мероприятия по сохранению подроста.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: «Типы и назначения лесопромышленных складов.

Технологический процесс нижнего лесного склада.

Основные характеристики нижнего склада и выполняемые операции»

Вопросы для изучения

1. Краткое описание технологии нижнего склада с учетом годового грузооборота, характеристика технологического процесса нижнего лесосклада (перечень операций, производимых на лесоскладе).

2. Определение суточного объема $Q_{сут}$ по операциям лесного склада определяется по формуле

$$Q_{сут} = \frac{Q}{N_{эф.л.р}},$$

где $N_{эф.л.р}$ – число дней работы на лесоскладских работах:

$$N_{эф.от} = N_{год} - N_{вых} - N_{празд},$$

$N_{эф.от}$ – на отгрузке готовой продукции:

- для прирельсовых нижних складов принимается 365 дней;
- для автодорожных – 220 дней.

3. Определение сменного объема $Q_{см}$ склада определяется по формуле

$$Q_{см} = \frac{Q_{сут}}{n}.$$

При определении объема работ по операциям все расчеты свести в таблицу.

Объем работ по операциям

№ п/п	Наименование операции	Число рабочих дней в году	Объем работы		Число смен	Сменный объем, м ³
			в год, тыс. м ³	в сутки, м ³		
1	Разгрузка хлыстов, создание запаса					
2	Сортировка круглых лесоматериалов					
3	Штабелевка					
4	Погрузка потребителям					
5	Подача на переработку в цехи					

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Тема: «Раскряжевка хлыстов: механизированная и машинная.

**Цепные бензиномоторные пилы,
сучкорезно-раскряжевные машины»**

Вопросы для изучения

1. Понятие операции «раскряжевка».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования.
3. Схемы работы при механизированной и машинной раскряжевке.
4. Определить время цикла очистки дерева от сучьев и раскряжевке

хлыста:

$$T = t_{н.з.с} + \frac{l_x - l_z}{V_p} + \frac{l_x - l_z}{V_x} + \frac{nd}{u} + \frac{V_{хл}}{l_x h_{ш} \Delta v} + \frac{V_{хл} (t_{у.м.р} + \frac{l_{ш}}{v})}{l_x h_{ш} \Delta v},$$

где $t_{н.з.с}$ – время наведения сучкорезной головки (СГ) на дерево, закрытия ножей СГ, достижения соосности между стрелой и стволом, с; $t_{н.з.с} = 15...25$;

l_x – длина хлыста, м;

l_3 – расстояние от комля до места захвата дерева СГ, м; $l_3 = 2...4$;

V_p и V_x – скорости протаскивающего механизма в рабочем и холостом направлениях, соответственно, м/с;

n – число пропилов на 1 хлыст;

u – скорость подачи механизма пиления, м/с;

$h_{ш}$, $l_{ш}$ – высота и длина штабеля деревьев, соответственно, м; $h_{ш} = 0,8...1,2$;

$\Delta_{ш}$ – коэффициент полнодревесности штабеля деревьев; $\Delta_{ш} = 0,3$;

v – скорость СРМ при перемещении по верхнему лесоскладу, м/с;

$t_{y.m.p}$ – время установки технологического оборудования из транспортного положения в рабочее и наоборот, с; $t_{y.m.p} = 100...140$;

$l_{ш}$ – расстояние между штабелями деревьев.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13

Тема «Баланс раскряжевки хлыстов, выход сортиментов, распределение круглых лесоматериалов по назначению»

Вопросы для изучения

1. Составить баланс раскряжевки с учетом характеристики сырья:

Баланс раскряжевки хлыстов

Наименование продукции	Объем			
	в год		в сутки	в смену
	тыс. м ³	%	м ³	м ³
Деловые лесоматериалы				
Низкокачественная древесина				
Дрова				
<i>Итого</i>		100		
Отходы за балансом раскряжевки		2–5		

2. Составить сортиментный план производства круглых лесоматериалов с учетом текущего спроса на них и таксационных характеристик древесного сырья. Все расчеты заносятся в таблицу.

Выход сортиментов

Наименование сортиментов	Номер варианта (последняя цифра зачетной книжки). Объем сортиментов, %									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пиловочное бревно	20	20	16	17	17	22	20	20	22	30
Строительное бревно	15	15	20	20	13	15	14	14	14	15
Шпальный кряж	10	10	14	13	15	10	10	12	10	8
Балансовое долготье	14	12	10	10	8	8	5	8	5	6
Рудничное долготье	5	6	8	10	12	13	18	15	15	15
Лиственные деловые кряжи	13	13	12	8	10	9	5	9	6	6
Низкокачественный лес для переработки:										
– на тарную досочку	6	5	–	5	5	5	5	6	5	5
– на технологическую щепу	7	8	8	7	5	10	8	10	10	10
– на колотые балансы	–	5	6	5	5	–	5	–	5	5
Дрова для отопления	10	6	6	5	10	8	10	9	8	10
Готовая продукция на собственные нужды, тыс. м ³ :										
– пиловочное бревно	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
– строительное бревно	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
– дрова для отопления	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	1,2	4,5	4,8	5,1

Распределение круглых лесоматериалов по назначению необходимо представить в таблицу.

Выход сортиментов

Наименование сортиментов	Объем			Длина лесоматериалов, м	Диаметр, см	Число сортов
	в год, тыс. м ³	в сутки, м ³	%			
Лесоматериалы для распиловки:						
Лесоматериалы для лущения:						
Лесоматериалы для выработки целлюлозы и древесной массы:						
Лесоматериалы для использования в круглом виде:						
<i>Итого деловой:</i>						

Окончание таблицы

Наименование сортиментов	Объем			Длина лесоматериалов, м	Диаметр, см	Число сортов
	в год, тыс. м ³	в сутки, м ³	%			
Низкокачественный лес для переработки: – на тарную досочку – на технологическую щепу – на колотые балансы Дрова для отопления <i>Итого:</i> <i>Всего:</i>						

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14

Тема: «Сортировка лесоматериалов: продольно-сортировочные транспортеры, манипуляторные установки»

Вопросы для изучения

1. Понятие операции «сортировка».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования
3. Схемы работы продольно-сортировочных транспортеров, манипуляторных установок.
4. Определить сменную производительность и скорость движения тягового органа транспортера.

Производительность сортировочного транспортера $\Pi_{см}$, м³:

$$\Pi_{см} = \frac{T_{см} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot V \cdot q}{l}.$$

Скорость движения тягового органа транспортера V , м/с:

$$V = \frac{\Pi_{см} \cdot l}{T \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot q},$$

где $\Pi_{см}$ – сменная производительность транспортера, м³;

T – рабочее время смены, с;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени;

φ_2 – коэффициент заполнения транспортера;

q – средний объем бревна, м³;

l – средняя длина бревна, м.

Сравнить полученную скорость движения тягового органа транспортера со скоростью, приведенной в технической характеристике.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15

Тема: «Штабелевка и погрузка круглых лесоматериалов: консольно-козловые и башенные краны, автопогрузчики»

Вопросы для изучения

1. Понятие операций «штабелевка, погрузка».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования.
3. Схемы работы на нижнем складе консольно-козловых и башенных кранов, автопогрузчиков.
4. Определить сменную производительность $P_{см}$, м³, башенного крана КБ-572 на штабелевке и погрузке:

$$P_{см} = \frac{T_{см}}{t_{ц}} \cdot Q_0 \cdot C_0 \cdot C_2,$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин;
 Q_0 – объем пачки лесоматериалов, м³.

$$Q_0 = \frac{Q}{\gamma (1 + K_{сп})} C',$$

где Q – грузоподъемность крана, т;
 γ – объемный вес дерева, т/м³;
 C' – коэффициент использования грузоподъемности;
 $K_{сп}$ – коэффициент, учитывающий вес грейфера;
 C_0 – коэффициент использования рабочего времени смены;
 C_2 – коэффициент, учитывающий потери времени на замену подвижного состава;
 $t_{ц}$ – время цикла, мин.

$$t_{ц} = t_p + t_x + t_1 + t_2,$$

где t_p – время подъема и перемещения пачки к месту ее укладки, мин;
 t_x – время возврата захватных устройств к месту захвата пачки, мин;
 t_1 и t_2 – время захвата пачки и время ее укладки и отцепки, соответственно, (1,5 мин).

$$t_p + t_x = 2 \left(\frac{H}{V_{сп}} + \frac{H'}{V_{сп}} + \frac{L_T}{V_{т.сп}} + \frac{L_K}{V_{к.сп}} \right),$$

где H , H' , L_T , L_K – высота подъема, опускания пачки и путь горизонтального перемещения тележки и крана, соответственно;
 $V_{сп}$, $V_{сп}'$, $V_{т.сп}$, $V_{к.сп}$ – средние скорости подъема, опускания пачки, горизонтального перемещения тележки и крана, соответственно.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16

Тема «Выбор и обоснование технологии и системы машин на НЛС. Технологический процесс работы нижнего склада»

Вопросы для изучения

1. Обоснование, выбор оборудования для каждой операции.
2. Краткое описание работ (разгрузка сырья, создание запаса, раскряжевка хлыстов, сортировка, штабелевка, погрузки лесоматериалов потребителям и подачи на переработку).
3. Определение объема работ по операциям, в том числе объема грузовых работ, выполняемых подъемно-транспортным оборудованием (разгрузка сырья с подвижного состава, подача круглых лесоматериалов на погрузку как готовой продукции и в цехи на переработку). Данные занести в таблицу.

Объем работ по операциям

№ п/п	Наименование операции	Число рабочих дней в году	Объем работы		Число смен	Сменный объем, м ³
			в год, тыс. м ³	в сутки, м ³		
1	Разгрузка сырья					
2	Создание запаса					
3	Раскряжевка хлыстов					
4	Сортировка					
5	Штабелевка,					
6	Погрузка лесоматериалов потребителям и подача на переработку					

4. Определить потребности в оборудовании и рабочих, заполнить таблицы.

Потребность в оборудовании

№ п/п	Назначение оборудования	Наименование оборудования	Сменное задание, м ³	Расчетная сменная производи- тельность, м ³	Кол-во механизмов, шт.

Потребность в рабочих

№ п/п	Наименование операции	Профессия рабочих	Число рабочих, чел.	
			в смену	в сутки

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17

**Тема: «Выбор и обоснование типа лесоперерабатывающих цехов.
Основные структурные схемы.
Баланс переработки древесины и отходов»**

1. Описание назначения цеха (исходя из варианта).
2. Характеристика сырья и готовой продукции.
3. Способы раскроя сырья.
4. Выбор оборудования.
5. Основные схемы технологических потоков.
6. Краткое описание технологии цеха.
7. Расчет сменной производительности головного оборудования.

Расчет производительности лесопильной рамы при распиловке сырья, Π , м³:

$$\Pi = \frac{T \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \Delta \cdot n \cdot q}{1000}$$

где T – продолжительность смены, мин;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени, $\varphi = 0,8 \dots 0,95$;

φ_2 – коэффициент использования машинного времени, $\varphi = 0,85 \dots 0,95$;

l – длина бревна, м;

q – средний объем распиливаемых бревен, м³;

n – число оборотов вала рамы, мин;

Δ – величина подачи бревна за один оборот вала рамы, мм;

Δ, n – берутся из технической характеристики лесопильных рам.

8. Определение выхода готовой продукции и количества отходов при переработке древесины. Результаты расчета занесены в таблицу.

Баланс раскроя сырья

Продукция, отходы и потери	Выход	
	%	тыс. м ³
Продукция (согласно номенклатуре)		
Кусковые отходы (технологическая щепка)		
Опилки		
Усушка и распыл		
<i>Итого</i>	100	

Приложение

Исходные данные для выполнения практических работ

Показатели	Цифра номера зачетной книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Годовой объем заготовки древесины, тыс. м ³	Последняя	120	440	185	100	170	280	300	230	160	310
Количество дней на вывозке леса	Предпо- следняя	290	285	275	298	264	277	280	270	288	295
Породный состав	Сумма	5СЗЕ2Б	4Е4С2Б	7СЗБ	5СЗЕ2Б	5СЗЕ2	5Е2С2ОС1Б	5Е2С2Б1Ос	6С2Е1Б1Ос	5СЗЕ1Б1Ос	4Е1СЗБ2ОС
Способ рубки	Последняя	Выбо- рочный	Сплош- ной	Посте- пенный	Выбо- рочный	Сплош- ной	Выбо- рочный	Сплош- ной	Посте- пенный	Выбо- рочный	Сплош- ной
Средняя длина дерева, м	Предпо- следняя	20	22	24	23	19	20,5	21	22,5	18	23,5
Средний объем хлыста, м ³	Последняя	0,25	0,34	0,48	0,52	0,39	0,4	0,35	0,29	0,45	0,3
Ликвидный запас леса на 1 га, м ³	Сумма	180	200	230	210	280	150	220	200	260	300
Размеры лесосек, м	Последняя	400×300	300×500	200×500	400×500	300×500	220×250	200×200	800×500	400×400	400×500
Устройство для валки	Сумма	Мех.	Маш.	Маш.	Мех.	Маш.	Мех.	Маш.	Маш.	Маш.	Мех.
Обрезка сучьев	Последняя	Мех.	Маш.	Маш.	Маш.	Маш.	Мех.	Маш.	Маш.	Мех.	Мех.
Оборудование для трелевки древесины	Предпо- следняя	ТДТ-55	Форвар- дер	ЛТ-154	ТТ-4М	ЛП-18	ТТ-4	Форвар- дер	Форвар- дер	ЛТ-154	ТДТ-55
Погрузка	Сумма	Сорти- ментовоз	Сорти- ментовоз	ПЛ-2	Сорти- ментовоз	ПЛ-1А	ПЛ-3	Сорти- ментовоз	Сорти- ментовоз	ПЛ-2	ПЛ-1А
Вид вывозимого сырья	Предпо- следняя	Сорти- ментовоз	Сорти- ментовоз	Хлысты	Сорти- ментовоз	Хлысты	Хлысты	Сорти- ментовоз	Сорти- ментовоз	Хлысты	Хлысты
Способ разгрузки на нижнем складе	Последняя	ККС-10	КБ-572	ЛТ-62	Сорти- ментовоз	ПХК-28	КК-20	ККС-10	КБ-572	ЛТ-62	ЛТ-62
Цех переработки древесины	Сумма	Лесопиль- ный	Шпало- пильный	Перераб. низко- качеств.	Цех окорки	Лесопиль- ный	Лесопиль- ный	Шпало- пильный	Перераб. низко- качеств.	Цех окорки	Лесопиль- ный

Рекомендуемый список литературы и перечень нормативно-технических документов

1. Пятакин В. И. Лесоэксплуатация: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Лесное хозяйство» направления «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство» / В. И. Пятакин [и др.]. – [2-е изд., стер.]. – М. : Академия, 2007. – 320 с. (Высшее профессиональное образование. Лесное хозяйство.)
2. Азаренок В. А., Залесов С. В. Экологизированные рубки леса : учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 97 с.
3. Азаренок В. А. Сортиментная заготовка древесины : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров 35.03.02, 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», по направлениям подготовки бакалавров и магистров 35.03.01, 35.04.01 «Лесное дело» / В. А. Азаренок [и др.] ; Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 140 с.
4. Меньшиков Б. Е. Малые нижние лесопромышленные склады. Учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотех. ун-т, 2004. – 78 с.
5. Азаренок В. А., Кошелева Н. А., Меньшиков Б. Е. Лесопильно-деревообрабатывающие производства лесозаготовительных предприятий : учеб. пособие. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2011. – 606 с.
6. Матвейко А. П. Технология и оборудование лесозаготовительного производства: учебник для студентов вузов инженер.-экон. специальностей лесного комплекса. – Минск : Техноперспектива, 2006. – 447 с.
7. Технология и машины лесосечных работ : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов, магистров и бакалавров направления 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» по профилю «Лесоинженерное дело» / В. И. Пятакин [и др.] ; под ред. В. И. Пятакина ; С.-Петербург. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова. – СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – 362 с.
8. Типовые нормы выработки и времени на лесопильные работы (работы, выполняемые на двухэтажных лесопильных рамах и фрезернопильных механизмах). – М. : Экономика, 1989. – 128 с.
9. Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовительные работы. – М. : Экономика, 1989, 84 с.
10. Уразова А. Ф., Герц Э. Ф. Лесной комплекс. Термины, понятия и определения : учеб. пособие. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 158 с.